

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-036519

(43)Date of publication of application : 18.02.1991

(51)Int.Cl.

G02F 1/133

G02F 1/133

G09G 3/36

(21)Application number : 01-171281

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 04.07.1989

(72)Inventor : HAMADA TETSUYA
TAKAHARA KAZUHIRO
OURA MICHIO

(54) DRIVING DEVICE FOR LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the occurrence of an afterimage, a flicker, etc., due to driving with an asymmetrical voltage by storing data voltage correction tables at every temperature of a liquid crystal panel, selecting a table corresponding to a detected panel temperature first, and selecting a voltage correction quantity corresponding to a data voltage in the table and adding it to the data voltage.

CONSTITUTION: The subject device is provided with a data voltage detecting means 1 which detects the data voltage of a signal inputted to a data driver 3, a panel temperature detecting means 6 which detects the liquid crystal panel temperature, and a data voltage correcting means 2 which calculates a correcting data voltage according to the detected data voltage and the liquid crystal panel temperature and outputs it to the data driver 3. The data voltage correcting means 2 is stored with the characteristics of voltage correction quantities, determined by liquid crystal capacity varying with a data voltage to be written and the parasitic capacity of a switching element, by the temperatures of the liquid crystal panel, and the

voltage correction quantity of a liquid crystal cell is calculated according to the detected data voltage and liquid crystal panel temperature and added to the detected data voltage. Consequently, the afterimage, flicker, etc., which degrade the display quality are eliminated regardless of the ambient environment.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-36519

⑬ Int. Cl.³

G 02 F 1/133

G 09 G 3/36

識別記号

5 5 0

5 8 0

庁内整理番号

7709-2H

7709-2H

8621-5C

⑭ 公開 平成3年(1991)2月18日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 液晶表示装置の駆動装置

⑯ 特 願 平1-171281

⑰ 出 願 平1(1989)7月4日

⑱ 発 明 者 浜 田 哲 也 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑲ 発 明 者 高 原 和 博 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
⑳ 発 明 者 大 浦 道 也 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内
㉑ 出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
㉒ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

明 細 書

1. 発明の名称

液晶表示装置の駆動装置

2. 特許請求の範囲

データドライバ(3)からのデータ電圧(V_d)を、走査ドライバ(4)からの走査信号によりスイッチング素子のオン時に液晶パネルに書き込む構成の液晶表示装置(5)を駆動する装置であって、

データドライバ(3)に入力される信号のデータ電圧(V_d)を検出するデータ電圧検出手段(1)と、液晶パネルの温度を検出するパネル温度検出手段(6)と、検出されたデータ電圧(V_d)及び液晶パネル温度(T)に基づきこれに対応する補正データ電圧(V_{dc})を演算してこれをデータドライバ(3)に出力するデータ電圧補正手段(2)とを備え、

このデータ電圧補正手段(2)には、書き込まれるデータ電圧(V_d)で変化する液晶容量とスイッチング素子の寄生容量とによって決まる電圧補正量の、液晶パネルの温度毎の特性が記憶されており、データ電圧補正手段(2)は検出したデータ電圧(V_d)及

び液晶パネル温度(T)に基づいて液晶セルの電圧補正量をこの特性から演算し、これを検出したデータ電圧(V_d)に加算する補正動作を行うことを特徴とする液晶表示装置の駆動装置。

3. 発明の詳細な説明

(概要)

アクティブマトリクス型液晶表示装置の表示品質を高めることができる駆動装置に関し、

周囲環境に係わらず表示品質を低下させるような残像やフリッカ等を無くせる液晶表示装置の駆動装置を提供することを目的とし、

データドライバからのデータ電圧を、走査ドライバからの走査信号によりスイッチング素子のオン時に液晶パネルに書き込む構成の液晶表示装置を駆動する装置に、データドライバに入力される信号のデータ電圧を検出するデータ電圧検出手段と、液晶パネルの温度を検出するパネル温度検出手段と、検出されたデータ電圧及び液晶パネル温度に基づきこれに対応する補正データ電圧を演算してこれをデータドライバに出力するデータ電圧

補正手段とを設け、このデータ電圧補正手段には、書き込まれるデータ電圧で変化する液晶容量とスイッチング素子の寄生容量とによって決まる電圧補正量の、液晶パネルの温度毎の特性を記憶させ、データ電圧補正手段は検出したデータ電圧及び液晶パネル温度に基づいて液晶セルの電圧補正量をこの特性から演算し、これを検出したデータ電圧に加算する補正動作を行うように構成する。

(産業上の利用分野)

本発明は液晶表示装置の駆動装置に関し、特に、アクティブマトリクス型の液晶表示装置に品質の良好な表示を行わせる駆動装置に関する。

近年、アクティブマトリクス駆動方式のフラットディスプレイの研究、特に、液晶表示装置の開発が盛んに行われている。このアクティブマトリクス駆動方式の液晶表示装置はブラウン管に比べて奥行きを少なくすることができるので、ポケット型テレビやラップトップ型コンピュータ等の表示器として商品化もなされている。

バス76との交点近傍に設けられており、TFT74のソースに画素電極77が接続している。また、他方のガラス基板72の上には、共通電極78が形成されている。そして、各データバス76はデータドライバ(図示せず)によって駆動され、各走査バス75は走査ドライバ(図示せず)によって駆動される。

第9図は第8図の液晶表示装置70における1つの液晶セルの等価回路を示すものである。TFT74のゲートは走査バス75に接続され、ドレインはデータバス76に接続され、ソースは液晶セル73の一方の電極に接続されている。78は液晶セル73の共通電極を示している。以上のような構成においては、第7図に示すように、ゲート電圧 V_g がハイレベル H の時に、TFT74がオンしてドレイン電圧 V_d がデータとして液晶セル73に書き込まれる。そして、液晶セル73に書き込まれたデータは、ゲート電圧 V_g がローレベル L になってTFT74がオフしても、液晶セル73に保持され、この性質によってパネルの全液晶セル73について書

ところが、アクティブマトリクス駆動方式の液晶表示装置には、スイッチング素子として用いられるTFT(薄膜トランジスタ)の寄生容量により液晶セルに印加される電圧が変化した時に視認性が劣化することがあり、この改善が望まれている。また、温度により液晶セルの電圧-透過率特性も変化するので、その影響の改善も望まれている。

(従来の技術)

第8図は従来のアクティブマトリクス型液晶表示装置70の構成を示すものである。一般に、従来のアクティブマトリクス型の液晶表示装置70は、液晶セル73が配置された表示層を2つのガラス基板71, 72で挟んで構成されており、一方のガラス基板71の上にスイッチング素子であるTFT74のゲートに接続する走査バス(ゲートバス)75と、TFT74のドレインに接続するデータバス(ドレインバス)76と、液晶セルの画素電極77とが設けられている。このTFT74は走査バス75とデータ

込動作が行われて表示が行われる。

ところで、第9図の等価回路に点線で示すように、TFT74のゲート-ソース間には寄生容量 C_{gs} があり、ドレイン-ソース間には寄生容量 C_{ds} があり、液晶セル73自体にも液晶セル容量 C_{LC} があることが知られている。そして、これらの寄生容量の影響により、第7図に示すように、液晶セル73に書き込まれる電圧(TFT74のソース電圧) V_s は、ゲート電圧 V_g の立ち下がり時に、

$$\Delta V = (C_{gs} \cdot \Delta V_g) / (C_{gs} + C_{LC})$$

だけ変化することが知られている。なお、データ電圧 V_s の変化時にも、

$$\Delta V = (C_{ds} \cdot \Delta V_s) / (C_{ds} + C_{LC})$$

だけ変化することも知られているが、ドレイン-ソース間の寄生容量 C_{ds} は小さいので、この変化は殆ど無視することができるので、この変化分は図示していない。

このため、液晶セル73に書き込まれるデータ波形が共通電極の電圧 V_c に対して正負非対称になり、残像やフリッカ等が発生していた。そこで、

本出願人は、対向基板72の共通電極78の電圧を変更することにより、液晶セルに正負対称な電圧が印加されるような装置を既に提案した（特願昭63-233736号参照）。

また、共通電極78の電圧を変更する以外の方法としては、液晶セルに付加容量を設けてデータ電圧によって変化する液晶セルの容量 C_{LC} の影響を小さくすることも行われている。

ところが、液晶セル容量 C_{LC} は、液晶セルに書き込まれるデータ電圧の値で変化するもので、共通電極78の電圧を変更するだけでは常に液晶セルに正負対称な電圧が印加される訳ではなく、液晶セル74に書き込まれるデータ波形が共通電極の電圧 V_c に対して常に正負対称にならず、残像やフリッカが発生するという問題がある。

また、液晶セルに付加容量を設ける方法は、付加容量を設けるための工程が余計に必要になり、製品の歩留りが低下するという問題を生じていた。

そこで、本出願人は液晶セルにスイッチング素子を有する液晶表示装置において、液晶セルに書

き込むデータ電圧によって決まる液晶容量とスイッチング素子のゲート・ソース間の寄生容量とによって生じる液晶セルの電圧変動量を液晶の透過率—電圧特性曲線の立ち上がり電圧、飽和電圧を基準にして、データ電圧が0～立ち上がり電圧では立ち上がり時の電圧変動量を、データ電圧が飽和電圧以上では飽和時の電圧変動量を、そして、データ電圧が立ち上がり電圧と飽和電圧の間ではその両方の電圧での電圧変動量を結ぶ直線で求められる電圧変動量を、データ電圧に予め補正量として加えておくことにより、液晶セルに常に正負対称な電圧がかかるようにする液晶表示装置の駆動装置を提案した（特願平1-38335号）。

（発明が解決しようとする課題）

しかしながら、液晶セルはその温度によって透過率—電圧特性曲線が変化するので、上述の液晶表示装置の駆動装置では、温度が変化した時に液晶セルに必ずしも正負対称な電圧がかかるようにはならず、残像やフリッカの発生が完全には抑え

られないという問題があった。

本発明は、前記従来の液晶表示装置の駆動装置の有する課題を解消し、周囲環境に変化があっても液晶表示装置の液晶セルに常に正負対称な電圧が印加され、残像やフリッカの影響が取り除かれて表示の品質の向上が可能な液晶表示装置の駆動装置を提供することを目的としている。

〔課題を解決するための手段〕

前記目的を達成する本発明の液晶表示装置の駆動装置の原理構成が第1図に示される。

第1図において、5はデータドライバ3からのデータ電圧 V_d を走査ドライバ4からの走査信号によりスイッチング素子のオン時に液晶セルに書き込む構成の液晶表示装置であり、この液晶表示装置を駆動する装置は、データドライバ3に入力される信号のデータ電圧 V_d を検出するデータ電圧検出手段1と、液晶パネルの温度を検出するパネル温度検出手段6と、検出されたデータ電圧 V_d 及び液晶パネル温度 T に基づきこれに対応する補

正データ電圧 V_{dc} を演算してこれをデータドライバ3に出力するデータ電圧補正手段2とから構成されており、このデータ電圧補正手段2には、書き込まれるデータ電圧 V_d で変化する液晶容量とスイッチング素子の寄生容量とによって決まる電圧補正量の、液晶パネルの温度毎の特性が記憶されており、データ電圧補正手段2は検出したデータ電圧 V_d 及び液晶パネル温度 T に基づいて液晶セルの電圧補正量をこの特性から演算し、これを検出したデータ電圧 V_d に加算する補正動作を行うことを特徴とする。

（作用）

本発明の液晶表示装置の駆動装置によれば、アクティブマトリクス型の液晶表示装置のデータドライバに入力されるデータ電圧及び液晶パネル温度が検出される。一方、液晶表示装置の駆動装置には、データ電圧が0～ V_{dmax} （ $-V_{dmax}$ ）の時は電圧補正量 V_1 が得られ、データ電圧が V_{dmax} （ $-V_{dmax}$ ）から V_{dmin} （ $-V_{dmin}$ ）の間では V_{dmin}

と $V_{0.0}$ での補正電圧値を結ぶ直線で求められる電圧補正量が得られ、そしてデータ電圧が $0 \sim V_{0.0}$ ($-V_{0.0}$)の範囲の外では電圧補正量 V_0 が得られるデータ電圧補正テーブルが液晶パネルの温度毎に格納されており、検出されたパネル温度に応じたテーブルが先ず選ばれ、続いてそのテーブルからデータ電圧に応じた電圧補正量が選ばれてデータ電圧に加えられる。これにより、液晶表示パネルの周囲環境に係わらず液晶セルに常に正負対称な電圧が印加されるので、非対称な電圧による駆動によって生じる残像やフリッカ等がなくなる。

(実施例)

以下添付図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

第2図(a)は本発明の液晶表示装置の駆動装置の一実施例の構成を示すものである。アクティブマトリクス型の液晶表示装置20は、液晶層を2つのガラス基板(図示せず)で挟んで構成されており、

換器35R, 35G, 35Bとが設けられている。A/D変換器33R, 33G, 33Bは入力されるアナログ電圧をデジタル値に変換し、D/A変換器35R, 35G, 35Bは逆に入力されるデジタル信号をアナログ電圧に変換する。また、変換テーブル34R, 34G, 34Bには、この実施例では8段階の液晶セルの温度 $T_1 \sim T_8$ に応じた8種類の変換テーブルがそれぞれに設けられているものとする。

液晶表示装置20の外部には表示パネルの温度、即ち、液晶セルの温度を検出するための温度センサ61が設けられており、この温度センサ61から出力される液晶パネルの温度 T は表示パネル温度検出回路60において電圧値に変換される。電圧値に変換された液晶パネルの温度 T は変換テーブル選択回路50に入力され、ここで、液晶パネルの温度 T に応じた変換テーブルを選択する信号が作られ、このテーブル選択信号はデータ処理部32の各色信号に対応した変換テーブル34R, 34G, 34Bに入力される。前述のように変換テーブル34R, 34G, 34B内に液晶パネルの温度に応じた8種類の変換テ

一方のガラス基板の上には複数の走査バス22と複数のデータバス23がマトリクス状に設けられており、これら走査バス22とデータバス23との交点近傍にTFT21がそのゲートが走査バス22に接続され、ドレインがデータバス23に接続されて設けられている。そして、このTFT21のソースは図示しない西素電極を介して液晶24に接続している。また、他方のガラス基板の上には、液晶24の他端に接続する共通電極25が設けられている。そして、各データバス23はデータドライバ26によって駆動され、各走査バス22は走査ドライバ27によって駆動される。

この液晶表示装置20の駆動装置30は、アナログのビデオ信号が入力される入力処理部31と、データ電圧処理部32とから構成されている。ビデオ信号は入力処理部31により3原色に対応したR信号、G信号、B信号に分けられてデータ処理部32に入力されるようになっており、このデータ処理部32には各色信号に対応したA/D変換器33R, 33G, 33Bと、変換テーブル34R, 34G, 34B、およびD/A変

換器35R, 35G, 35Bとが設けられている。A/D変換器33R, 33G, 33Bは入力されるアナログ電圧をデジタル値に変換し、D/A変換器35R, 35G, 35Bは逆に入力されるデジタル信号をアナログ電圧に変換する。また、変換テーブル34R, 34G, 34Bには、この実施例では8段階の液晶セルの温度 $T_1 \sim T_8$ に応じた8種類の変換テーブルがそれぞれに設けられているものとする。

第3図は各変換テーブル34R, 34G, 34Bに設けられたテーブル(ROM)の一例を示すものである。液晶パネルの温度 T に応じた8種類の変換テーブルはこの実施例では上位3ビットの信号により選択されるようになっており、例えば、変換テーブル選択回路50からの信号が“001”である場合はパネル温度 T_2 でのテーブルが各変換テーブル34R, 34G, 34Bにおいて選択される。変換テーブル34R, 34G, 34B中の各テーブルからは、入力されるデジタル値のデータ電圧に対応する電圧変動量を補正する値が選択され、その補正値が入力されたデータ電圧値に加算補正されて各変換テーブル34R, 34G, 34Bから出力される。この入力データ電圧に対する電圧変動量の補正量の求め方を以下に説明する。

第4図(a)はアクティブマトリクス型液晶のある温度におけるデータ印加電圧 V_0 に対する透過率

特性(T-V特性)を示す線図である。図において、 V_{off} はこの特性の立ち上がり電圧を示しており、液晶への印加電圧 V がこの立ち上がり電圧より低い範囲では液晶はオフ状態であり、例えばSTN型の液晶では青色の表示になる。また、 V_{on} はこの特性の飽和電圧を示しており、液晶への印加電圧 V がこの飽和電圧 V_{on} より高い状態では液晶はオン状態であり、例えば無色の表示になる。そして、このT-V特性において、印加電圧 V が立ち上がり電圧 V_{off} より低い範囲と、印加電圧 V が飽和電圧 V_{on} より高い範囲では、液晶セルの電圧変動量はそれぞれ異なるある一定の値であり、立ち上がり電圧 V_{off} と飽和電圧 V_{on} の間の範囲では印加電圧 V の関数であることが分かっている。

即ち、データ電圧 V の補正電圧値を V_{oc} と表すとすると、データ電圧 V の各範囲における補正電圧値は次式で表される。

$$(1) \quad |V_{oc}| < |V_{off}| \text{ の時} \\ V_{oc} = V_{off} + V, \quad \dots \textcircled{1}$$

8段階のT-V特性が示されている。従って、第5図に示したデータ電圧補正特性は液晶パネルの各温度毎に V_{off} 及び V_{on} の位置が異なったデータとして求めることができる。

よって、第2図(a)に示したデータ処理部32に設ける変換テーブル34R, 34G, 34Bには、第4図(b)のT-V特性から第5図のようなデータ電圧補正特性を液晶パネル温度に応じて8種類作成し、この8種類のデータ電圧補正特性からデジタル変換された入力電圧 V のきざみ値に対応するデータ補正電圧値 V_{oc} のデジタル値を求め、予めテーブルの形で8種類ずつ記憶させておけば良い。

以上のように構成された実施例の液晶表示装置では、第6図に示すように、液晶パネル温度 T 及びデータ電圧 V に応じて適正な電圧変動量 ΔV が変換テーブル34R, 34G, 34Bから選択され、これがデータ電圧 V に加算補正されてデータ電圧 V_{oc} となり、この補正されたデータ電圧 V_{oc} がデータドライバ26に入力されるので、液晶セル24に印加される電圧 V は、ゲート電圧 V_g が立ち下が

$$(2) \quad -V_{on} \leq V \leq -V_{off} \text{ の時}$$

$$V_{oc} = \frac{V_{on} + V - (V_{off} + V_1)}{V_{on} - V_{off}} V_{off} + \frac{V_1 V_{on} - V_2 V_{off}}{V_{on} - V_{off}} \dots \textcircled{2}$$

$$(3) \quad V_{off} \leq V \leq V_{on} \text{ の時}$$

$$V_{oc} = \frac{V_{on} - V - (V_{off} - V_1)}{V_{on} - V_{off}} V_{off} + \frac{V_1 V_{on} - V_2 V_{off}}{V_{on} - V_{off}} \dots \textcircled{3}$$

$$(4) \quad |V| > |V_{on}| \text{ の時}$$

$$V_{oc} = V + V_2 \dots \textcircled{4}$$

但し、 $V_1: V_{off}$ 時の電圧変動量

$V_2: V_{on}$ 時の電圧変動量

これらの式①から式④で表されるデータ補正電圧 V_{oc} を、横軸をデータ電圧 V 、縦軸をデータ補正電圧 V_{oc} として表すと、第5図のようになる。

一方、前述のT-V特性は液晶パネル(液晶セル)の温度により第4図(b)のように変化する。なお、第4図(b)には液晶パネル温度が $0^\circ \sim 70^\circ$ の

ために電圧変動量 ΔV だけ下がり、この状態で共通電極電圧 V_c に対して振幅 V_d の正負対称な波形になる。この結果、液晶パネルの周囲環境にかかわらず、液晶に書き込まれる電圧の正負非対称に起因する残像やフリッカ等を無くすることができ、液晶の表示品質が向上する。

第2図(b)は本発明の他の実施例の構成を示すものであり、第2図(a)のA/D変換器33R、変換テーブル34R、D/A変換器35Rと同じ部分の別の回路構成を示すものである。この例ではデータ電圧をデジタル変換せず、アナログ電圧のまま、正極性のデータ信号は正データ変換補正部41で補正し、負極性のデータ信号は負データ変換補正部42で補正するようにし、その切り換えを極性信号によりスイッチングするアナログスイッチ43でおこなっているものである。この実施例では正データ変換補正部41と負データ変換補正部42とをハードウェアで開閉発生器を構成し、これにR、G、Bの各輝度信号を入力して電圧補正すれば良い。

(発明の効果)

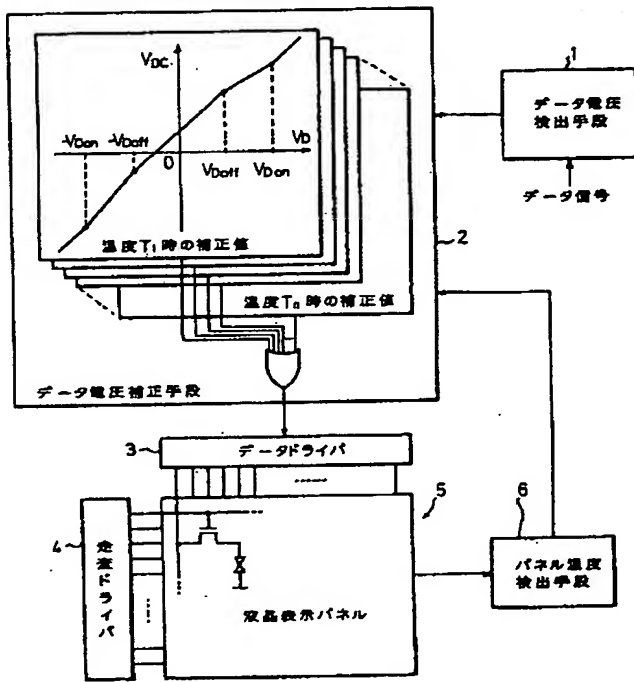
以上説明したように、本発明によれば、液晶セル内にスイッチング素子を持つ液晶表示装置に対して、液晶パネルの周囲環境に係わらず常に液晶セルに正負対称な電圧が印加されるため、残像やフリッカ等を抑えて画質の向上を図ることができるという効果がある。また、液晶表示装置のパネルの製造に関しては、付加容量を設けなくても良いので、製造工程数の増加による歩留り低下という問題が発生しないという効果もある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の液晶表示装置の駆動装置の原理構成図、第2図(a)は本発明の液晶表示装置の駆動装置の一実施例の構成を示すブロック図、第2図(b)は本発明の液晶表示装置の駆動装置の他の実施例の構成を示す部分図、第3図は本発明の変換テーブルの構成例を示す図、第4図(a)は液晶の印加電圧-透過率特性を示す線図、第4図(b)は液晶の印加電圧-透過率特性の温度変化を示す図、第5図はある温度におけるデータ電圧補正特性を示す

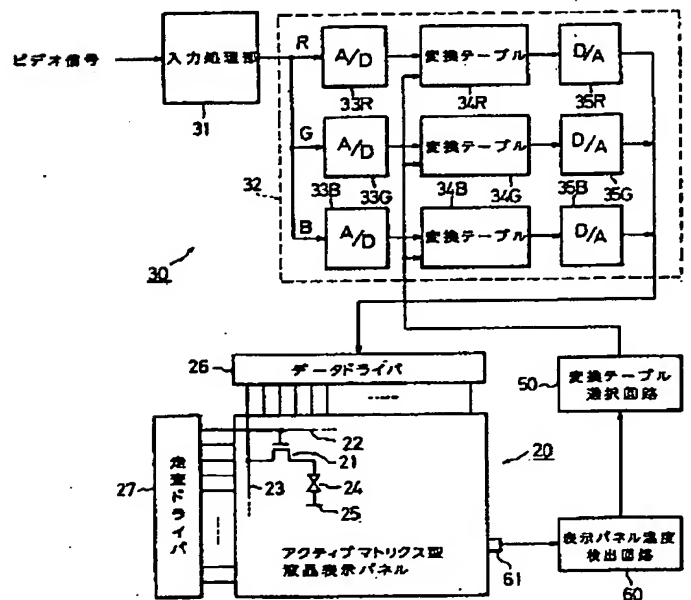
特性図、第6図は本発明の液晶表示装置の駆動装置の動作波形を示す波形図、第7図は従来の液晶表示装置の駆動装置の動作波形を示す波形図、第8図は従来の液晶表示装置の構成を示す斜視図、第9図は第8図の1つの画素の等価回路図である。

1…データ電圧検出手段、2…データ電圧補正手段、3…データドライバ、4…走査ドライバ、5…液晶表示装置、6…パネル温度検出手段、20…アクティブマトリクス型の液晶表示装置、21…TFT、22…走査バス、23…データバス、24…液晶セル、25…共通電極、26…データドライバ、27…走査ドライバ、31…入力処理部、32…データ処理部、33R, 33G, 33B…A/D変換器、34R, 34G, 34B…変換テーブル、35R, 35G, 35B…D/A変換器、50…変換テーブル選択回路、60…表示パネル温度検出回路、61…温度センサ。



本発明の原理構成図

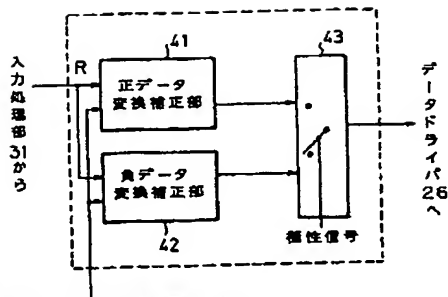
第1図



本発明の一実施例の液晶表示装置の構成図

(a)

第2図



変換テーブル選択回路50から

本発明の他の実施例を示す部分図
(b)

第2図

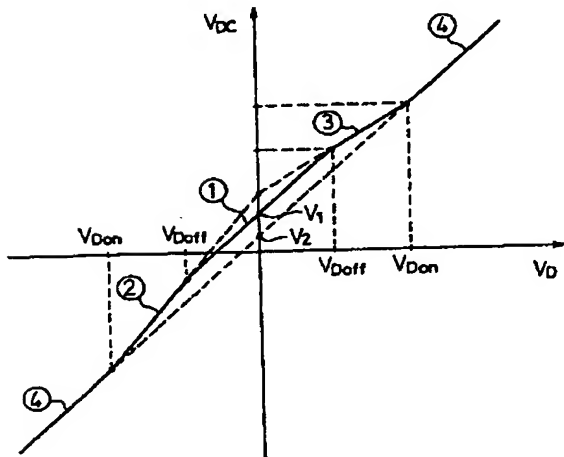
変換テーブル(ROM)

0	0	0	...	パネル温度T1での変換テーブル
0	0	1	...	パネル温度T2での変換テーブル
0	1	0	...	パネル温度T3での変換テーブル
...
1	1	1	...	パネル温度T8での変換テーブル

MSB LSB

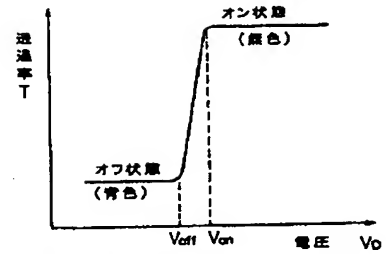
本発明の変換テーブルの構成例を示す図

第3図

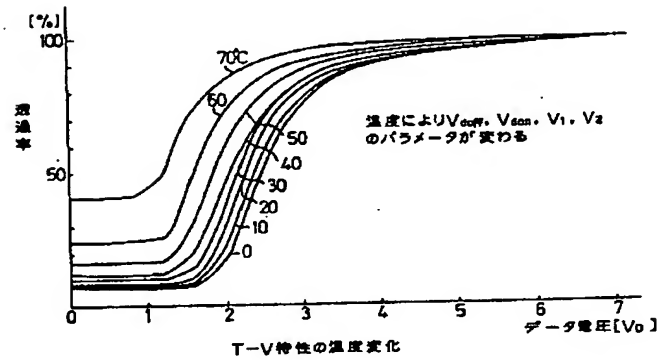


所定液晶セル温度におけるデータ電圧補正特性図

第5図



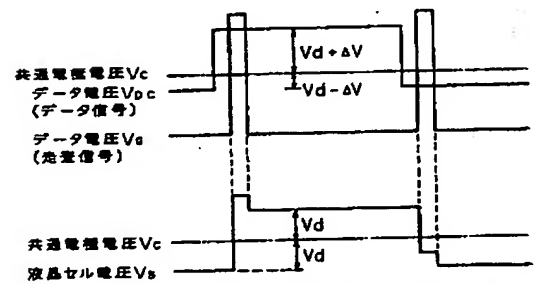
ある温度における液晶の印加電圧-透過率特性(T-V特性)
(a)



T-V特性の温度変化

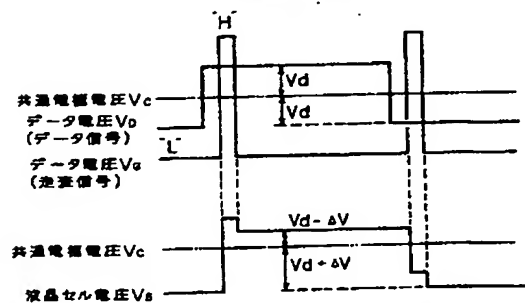
(b)

第4図



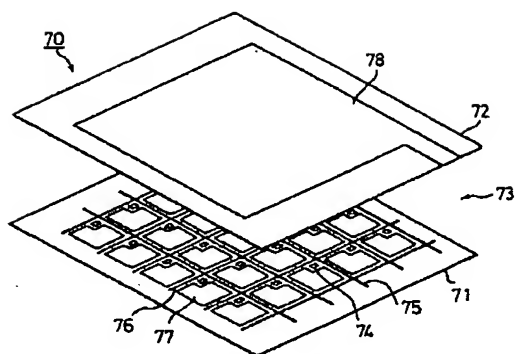
本発明のTFT印加波形と液晶セルの波形を示す図

第6図



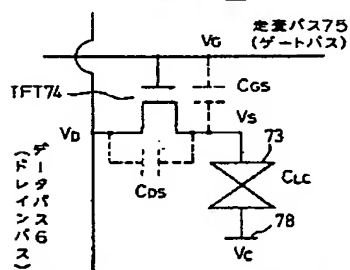
従来のTFT印加波形と液晶セルの波形を示す図

第7図



従来の液晶表示装置の構成図

第 8 図



第7図の表示装置の1つのセルの等価回路

第 9 図